

資源の価格形成モデル：石炭のケース

著者	木船 久雄
雑誌名	名古屋学院大学論集 社会科学篇
巻	39
号	2
ページ	147-164
発行年	2002-10-31
URL	http://doi.org/10.15012/00000809

資源の価格形成モデル ―石炭のケース―

木 船 久 雄

目 次

はじめに

1. 石炭価格の動向
2. 価格決定に関する理論と議論
3. 実証石炭価格モデルの検討

おわりに

はじめに

天然資源の価格は幾らになるか（あるいは、幾らであるべきか）は、古くて新しい問題である。古典的な先達である J. S. ミルや D. リカード達は、有限である土地や鉱物資源をベースに議論を展開し、レント概念を生み出した。それは現代の経済学においてもなお息づく所産である。本稿は、その時代まで意識をタイムスリップさせようというわけではない。極めて単純に、現代において商取引されている鉱物性資源の価格が、どのように決められるのかを実証的に明らかにしたい、というのが問題意識の発端である。

その対象として、ここでは石炭を取り上げた。なぜ、石油でなくて石炭であるのか。その理由は、市場の汎用性にある。つまり、石油に比べて石炭は、市場における組織化行動がほとんど皆無であった。これに対し、石油市場では、歴史的にオイルメジャーズや OPEC などによるカルテル行為が存在する。そうした石油市場は別の意味で興味深い研究対象であるものの、資源価格一般に通じるような分析には不向きである。それゆえ、本稿では、採用したモデルが汎

用化できそうな財として石炭を選んだ。石油に関する分析は、場を改めて論じたい。

さて、石炭は歴史的に息の長いエネルギーである。18世紀の産業革命を契機に、石炭は主力エネルギーとして位置付けられ、近代の経済発展を支えてきた。石油の時代だと言われた20世紀においても、1970年代の二度の石油危機を経て、石炭は手近な石油代替エネルギーとして再認識され、復活を遂げた。

石炭が息の長いエネルギー源である最大の理由は、確認埋蔵量が大きく、しかもそれが広範な地域に賦存している点であろう。これは、エネルギー市場を検討するうえで、極めて重要な意味を持つ。つまり、どこにも存在しているのであれば、エネルギー安全保障の観点からは有力な保険となりえるし、供給カルテルなどによる市場の組織化を困難にする。

第二次石油危機以降、世界の石炭貿易は著しく伸張した。しかし、1990年以前においては、主要先進諸国で国内の石炭産業保護政策が採用されていたために、石炭価格は地域によって大きく異なっていた。それが、世界的な規制緩和政策によって、従前以上にグローバルな石炭貿易が展開され、石炭価格は徐々に一物一価の方

向に向かいつつある。

しかし、石炭市場は石油のそれとは明らかに異なる。石炭は、バルキーであるために輸送コストが嵩むし、貯炭や燃焼後の灰処理も必要である。さらに、環境汚染物質の排出量は石油に比べ相対的に大きい。実際の石炭価格の動きを見れば、石炭における価格形成のメカニズムは石油のそれとは明らかに異なるものがある。

本稿では、こうした石炭市場を過去のデータや理論を参考にしながら、石炭価格決定のメカニズムを実証的に明らかにすることを試みる。本稿の構成は、次章でこれまでの石炭価格の動向を概観し、次いで価格形成に関する先行研究の議論をレビューする。最終章では、実証的な石炭価格決定モデルを提示し、それを用いて価格変化の要因分析を行なう。

1. 石炭価格の動向

1.1. 日本の輸入石炭価格

石炭価格の特徴をとらえるために、実際のデータからこれまでの価格推移を確認しておこう。

USドルベースで見た日本着の一般炭価格は、1970年代において高騰した石油価格に引きずられる形で上昇した。1982年にピークのUS\$64/トンをつけた後、現在までは緩やかな下降傾向にある(図1参照)。2000年の価格は、US\$35/トンである。

石炭価格の推移で特徴的なことは、次の3点である。それらは、①石炭価格の変動は石油のそれに比べて小さいこと、②石炭の到着価格は、石油に比べて大幅に安いこと、③近年、一般炭と原料炭の価格差はほとんど無くなっているこ

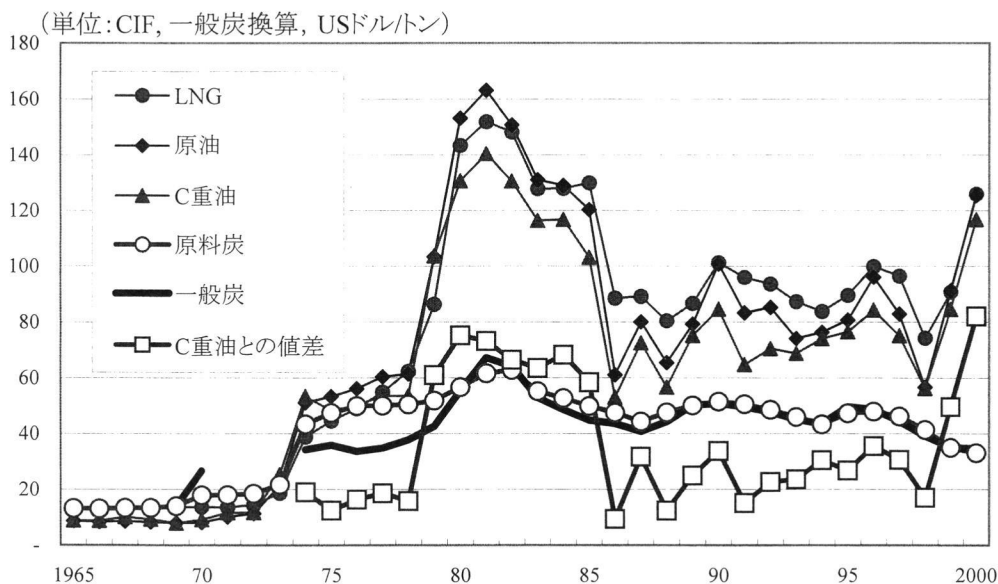


図1 日本着の石炭価格の推移

(資料) 日本エネルギー経済研究所/EDMC, 『エネルギー経済統計要覧』

(注) 価格は一般炭換算の名目値。一般炭換算に用いた熱量は、原油: 9,250 kcal/L, C重油: 9,800 kcal/L, LNG: 13,000 kcal/kg, 原料炭: 7,700 kcal/kg, 一般炭: 6,200 kcal/kg である。

「C重油との値差」は、C重油価格から一般炭価格を引いた値。

と、である。

1.1.1. 価格の変動

第一にあげた石炭価格の振幅を石油価格のそれと比較してみよう。図1で明かなように、石油価格は短期的にも変動幅が大きい。1985年は石油価格が大きく暴落した年であるが、それ以降においても、毎年のように上下に振れている。一方これと対照的に、石炭価格は、緩い下降カーブを示してきた。

このことは、石炭が持つ需要と供給が石油に比べて価格に弾力的であることを物語っている。需要サイドを見れば、石油危機以降、そもそも石炭が復権してきたのは石油代替エネルギーとしての位置付けからであった。そのため、価格に対して敏感に反応できるようなボイラー仕様が施されてきた。また、供給サイドでは、石炭の資源賦存地域は日本を含め、世界中に広がっている。石炭価格が高騰した場合、市場参入の限界の予備軍は豊富であり、特定産炭国が価格を引き上げようとしても、それを補う代替供給地が存在する。このような、需給双方の価格弾力性の大きさが、石炭価格を石油に比べて安定的なものにしていると考えられる⁽¹⁾。

1.1.2. 熱量あたりの価格

石炭価格の第二の特徴は、熱量ベースでエネルギー源の入着価格を比較するかぎり、石炭は石油に比べて、かなり割安であることだ。図1では、他のエネルギーについても一般炭換算で表示しているため、当該図で示される相対的な位置関係が、そのまま熱量あたりの価格比較を可能としている。原油価格を100としてみると、石炭価格はピークに達した1982年が43、2000年では実に28と、原油の3分の1以下の価格である。

しかし、これはエンドユーザーからみた経済性と必ずしも一致しない。なぜなら、石炭は、

そのハンドリングや燃焼に拘わる費用が石油よりも大きいからである。これらは石炭デメリットと呼ばれ、貯炭、灰捨て、公害防止、炉前までの輸送などに係る費用がそれとなる。デメリット分をトン当たり US\$40 とおき、C 重油の入着価格と比較すれば、石炭が必ずしも割安なエネルギーであったとはいえなくなる。とりわけ、80 年代後半から 90 年代末までの石油価格が低迷していた期間は、そうである（図中の「C 重油との値差」の折れ線グラフ参照）。

石油価格が値下がりしている時期においては、その値下げ幅以上に石炭価格が低下しなければ、ユーザーにとって石炭利用のメリットは縮小する。なぜなら、熱量単位あたりの石炭デメリットを不変とすれば、競合相手との値差（単位あたりの値差）が維持されてこそ、このデメリットを解消し同時にそれまでと同様な利用メリットを享受することができるからである。

1.1.3. 原料炭と一般炭価格

第三の石炭価格に関する特徴は、1990 年代以降に限れば、一般炭と原料炭の価格差がほとんど無くなっていることだ。もちろん、原料炭1トンあたりの価格は一般炭のそれに比べて、2000 年でも 5 ドル程度高いし、1980 年代では 10 ドルほど高かった。しかし、両者が持つ熱量の差異を考慮すれば⁽²⁾、1990 年前後のバブル景気の時期を境に、一般炭価格は原料炭のそれを上回るものとなってきた（図2 参照）。

これは、一般炭および原料炭両者が抱える市場環境の差異を反映したものである。原料炭については、その需要業界である鉄鋼産業が、世界的な構造不況のただ中にあるため⁽³⁾、原料炭市場は軟化を続けている。これとは逆に、一般炭は発電用燃料を中心として需要が伸張している。

原料炭価格が軟調である背景には、需要サイ

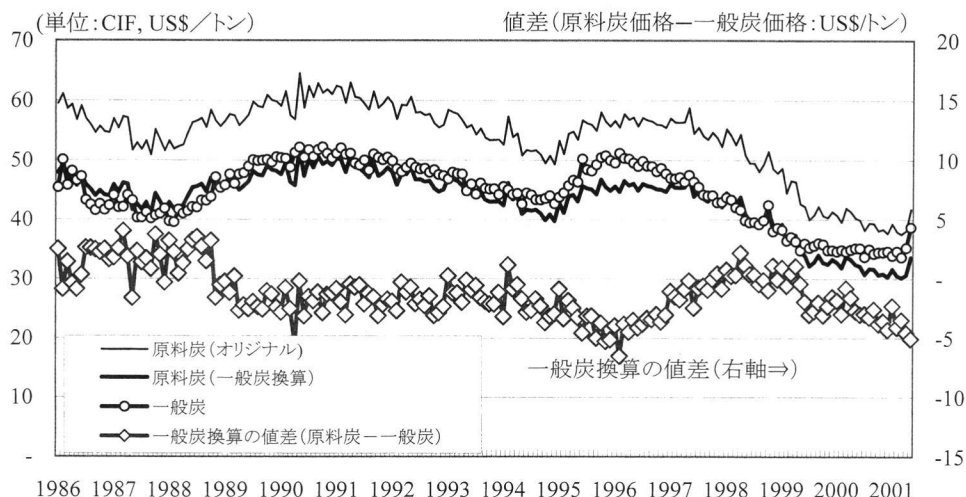


図2 一般炭と原料炭の価格推移

(資料) 財務省『貿易統計月表』

ドの技術革新の影響もある。コークス炉の延命と割高な原料炭利用の削減を目的とした、高炉への微粉炭吹き込み技術 (PCI) の導入は、原料炭を一般炭に置き換える効果をもっている。これによって、鉄鋼業界においても一般炭利用が拡大し、原料炭消費は一層控えられるようになった。

以上は、日本を中心とした石炭価格の推移である。次いで、視野をもう少し広げて、世界の石炭価格の動きを日本との対比で見ておこう。

1.2. 石炭の国際価格

第二次石油危機以降、本格的に国際石炭貿易が始まった。しかし、1970年代および1980年代には、北米、欧州、日本の3極石炭市場の価格は、著しく異なっていた。つまり、一物一価ではなかった。この理由は、消費国が背景に抱える石炭需給構造の相違に由来している。国内の需要構造や調達先、さらには国内の石炭産業保護策にも由来していた。

日本や欧州の先進諸国では、エネルギー安全

保障の一貫として、国内炭が割高であっても、国内炭の生産量を確保するために様々な補助制度を抱えていた。これが、海外からの輸入石炭価格を歪めたものにしてきたと考えられる。しかし、1990年前後から、欧州各国は石炭産業保護の政策を全面的に見直し始めた。規制緩和を進め、市場競争を促す政策の登場である。その結果、国内の石炭産業は壊滅的で、海外からの石炭輸入が急増することになった。

図3は、このような市場環境の変化を辿ったアメリカ・欧州・日本における瀝青炭の輸入CIF価格の推移を示している。

これをみると、1970年代および80年代には、3極における輸入炭価格は、著しく異なっていたが、1990年代に入ると徐々にそれが収束する方向にあることが確認できる。

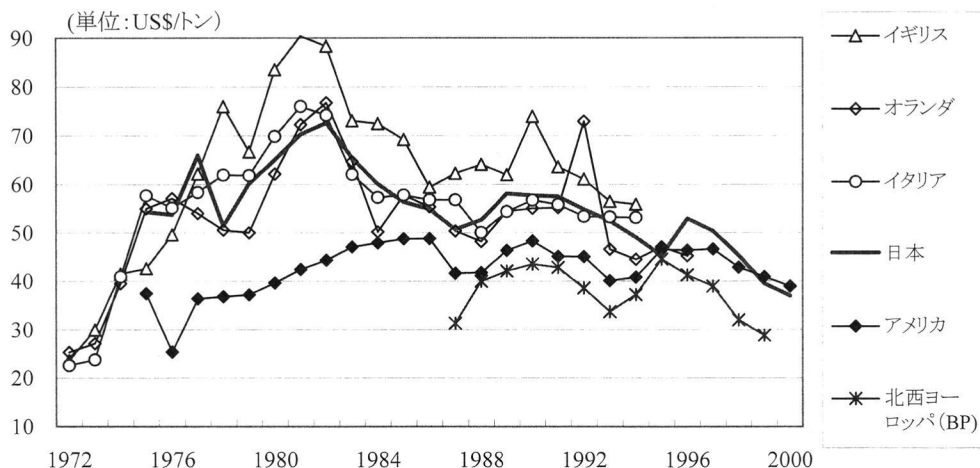


図3 主要国の瀝青炭入着 CIF 価格

(資料) National Coal Association, *International Coal*, および BP-Amoco, *Annual Review of Statistics*

(注) 北西ヨーロッパの値のみ BP-Amoco 統計による。

2. 価格決定に関する理論と議論

本章では、石炭価格の決定メカニズムに関して、先行研究の成果や議論を整理することに充てている。これは、これまでの理論的・実証的な研究が、どのように石炭価格を捉えてきたかを探り、その成果を次章で提示する実証石炭価格モデルに反映させることを目的としている。

2.1. 石炭価格決定の理論

まずは、石炭価格決定に関する代表的な理論をレビューしておこう。

2.1.1. ホテリングの理論

資源価格の決定に関する理論的な嚆矢となるのは、1931年のH. ホテリングの論文である⁽⁴⁾。彼は、鉱物資源のような埋蔵量が有限な資源を保有する者にとって、最適な生産スケジュールとはどのようなものか、また価格はどのように決まるかを、この論文で明らかにした。その骨子は、枯渇性資源の価格は、短期的には、生産コストと資源保有者の利権料（ロイヤリティ

あるいはレントと称する）で決まること、また長期的な資源価格の趨勢は、利権料が金利に従うことから金利に依存すること、である。これは、一般にホテリングの定理と呼ばれている。

つまり、枯渇性資源の短期的な価格は、次式のように示される。

$$P_Y = P_R + P_L \frac{\partial Y}{\partial L} \quad (2.1)$$

ここで、 P_Y は単位当たり価格、 P_L は生産要素の価格、 P_R は単位当たり利権料である。つまり、

(2.1) 式は、資源価格 P_Y が、単位当たり利権量 (P_R) と限界生産コスト ($P_L/(\partial Y/\partial L)$) の和に等しいということを示している。

また、長期的な価格は、

$$P_{Yt} = (1 + \delta)^t P_{Y0} \quad (2.2)$$

という式で示される⁽⁵⁾。 $(1 + \delta)$ は、金利相当の割引率である。

長期的な価格の趨勢が金利に依存するという結論は、示唆に富んだ含意を示すと同時に、理論的にも美しい。しかし、実際の価格の動きを目の当たりにすると、この理論を現実の資源市

場に適用することに対して疑問を呈するものも多い⁽⁶⁾。

ホテリングの定理が実際の市場に適用できない最大の理由は、理論が前提とする「資源量の有限性」,「埋蔵量が既知である」という点であろう。その前提があるからこそ、ホテリングの定理は導出され、理論的な美しさを示すのであるが、その前提が実際とは異なるために、価格の動きは理論どおりに運ばない。

我々は、「確認埋蔵量」という値が極めて不確かで、流動的であることを経験的に知っている。化石燃料資源の確認埋蔵量は、年々変化し、それを生産量で除した R/P 比 (可採年数) も一定ではない。例えば、石油の R/P 比は現在 40 を越え、第一次石油危機当時に言われた「あと 30 年」の石油の寿命は、「まだ 40 年余もある」となってしまった。このように、価格決定の理論化に際して用いられた埋蔵量の固定化という前提が、現実とは齟齬がある。それが、理論の導出した結論と実際の価格との間に乖離を生じさせているのであろう。

2.1.2. 供給コスト接近法

そこで、資源価格の決まり方について、工業製品と同じように供給コストを中心に捉えてみようという方向が模索される。また、実際に開発されている鉱区や油井に注目すれば、埋蔵量の数値はより確度の高いものが利用可能となる。その場合には、ホテリングが意図したように、長期限界費用が鉱区の累積生産量の関数(割引率)として捉えることも可能であろう。

こうした接近法をとるのが石油については、Adelman⁽⁷⁾ であり、石炭に関しては Zimmerman 達である。

たとえば、Zimmerman は、石炭生産に関する供給コストを、炭鉱の地質的な特性を取り入れてモデル化した。このモデルは、経済的な生産

要素の投入を重んじるのではなく、炭鉱が持つ技術的・地質的な相違が、生産コストを規定するものとしている。モデルはシンプルであるが、炭鉱に経済学的な理論や費用概念を取り込み、生産コスト別に米国の石炭資源分布を整理し直したという点から、石炭資源に関する経済分析への貢献が評価されている⁽⁸⁾。

Zimmerman によれば、石炭の総供給コスト (TC) は、次のように捉えることができる⁽⁹⁾。

$$TC = (G_1, G_2, G_3, \dots, G_n, Q) \quad (2.3)$$

右辺の Q は生産量、 G_i は炭鉱が持つ地質的な特性である。 G_i には、炭層の厚さ (Th) や、表土の性質、そのタイプ、地形など様々な要素があげられる。ただし、コスト推計に重要な影響をもたらすのは、炭層の厚さ (Th) であるとする。これを、米国の炭鉱データに適用して推計された総費用 (TC) の関数は次式である。

$$TC = 3914764 + 2122480$$

$$\left[Q^{1.2796} \left(1597.6 Th^{1.1071} \right) \right] \epsilon \quad (2.4)$$

ϵ は対数推計における攪乱項である。

また、生産量は、炭層の厚さ (Th) と切羽の数 (s : 炭坑夫の稼働場所の数) を説明変数として、次の式が求められている。

$$Q = 1597.6 Th^{1.1071} s^{0.7915} \quad (2.5)$$

先にも述べたが、Zimmerman のコストモデルでは、生産要素の投入変化が、供給コストや生産量に及ぼす影響を明示的に扱っていない。このことは、逆に、石炭生産における供給コストは、いかに多くを地質的な特性 (採掘条件) に依存しているかを物語るものであるのかもしれない。

2.2. 定性的な議論や仮説

十分に理論化されたとは言えないまでも、現実の石炭市場を分析した過去の研究成果には、

多くの示唆に富む考え方がある。そうした先行研究で示された議論の幾つかを次にまとめておきたい。

2.2.1. 石油との競合

石炭と石油の競合関係を重視した考えに、石炭価格の天井論がある⁽¹⁰⁾。つまり、熱量や石炭デメリットを考慮したうえで、石油以上に石炭の価格が高くなれば、需要はつかなくなる。そのため熱量当りでみた石油価格と等価となるラインが、石炭の天井価格となるという考え方である。またその際のフロアー価格は生産コストであり、両者の幅の間で需給圧力が価格を決めると言うものだ。

さらに、石油危機以降、一般炭が石油代替エネルギーとして登場してきたために、石炭価格は生産コストよりも、原油価格に大きくリンクするだろうという考え方もある。しかし、これは石油との競合を余りにも強く意識し過ぎていると言わざるを得ない。

なぜなら一般炭が石油と競合する市場は、実のところ発電用や産業用燃料の一部であり、それは石油にとってみれば燃料油部分でしかない。この部分は、石油製品の全需要のうちの数割程度に過ぎない。また、将来的に石油が輸送用という用途に特化されてゆくことを考えれば、一般炭が石油価格にリンクする必然性はさらに小さくなる。逆に、石炭液化油が石油のバック・ストップ・テクノロジーであるとすれば、石油価格こそが石炭（厳密には石炭液化油）の価格に依存すべきであると考えた方が妥当かもしれない。

もちろん、石油価格の変動に石炭のそれが引きずられることは大いにある。しかし、それが直接的な原因か、間接的な原因かは不明である。ここでいう間接的な原因とは、石油価格が変化して引き起こされる石油需要の変化が、石炭需

給を変化させ、それが石炭価格を変動させるというプロセスである。例えば、石油価格が上昇し、石油を消費していたボイラーが燃料転換して石炭を利用するようになると、石炭需要は増大する。そのことによって、石炭市場がタイト化し、石炭価格が上昇するといった事態である。

2.2.2. 原料炭と一般炭の関係

石炭は、その利用形態から原料炭と一般炭とに区分されている。一般炭はボイラー等の燃料として用いられ、原料炭は酸化鉄の還元剤であるコークスの製造原料として利用される。二つの異なった用途に供される石炭には、それぞれ異なった市場が存在すると考えられる。しかし、これを供給する生産者から見れば、両者は同一の生産工程を持ち、供給コストはそう大きく異なるものではない。しかも、原料炭に分類される弱粘結炭が一般炭に振替られることが現実にあることを考えれば、供給サイドのコスト関数は、大きな相違がないと考えられる。

そうであるにも拘わらず、1990年以前には原料炭は高く、一般炭は割安であった。また、実際の過去の価格交渉においても、原料炭の価格交渉が需要家である鉄鋼会社と石炭供給会社間で先行し、その決定後に、一般炭価格は原料炭価格を参照しながら決められてきた。しかし、先に見たように、バブル期以降は、熱量ベースでみると一般炭価格が原料炭価格を上回るようになってきている。

こうした、異なる二つの市場における石炭価格の動きは、市場のどんな状況を意味しているのだろうか。これは、次のように解釈できる。同じ形状を持つ供給曲線に対して、異なった位置に座る二つの需要曲線が存在し、それぞれの均衡点によって価格が決まっている、と考えるのである。これを図4を利用して解釈してみよう。

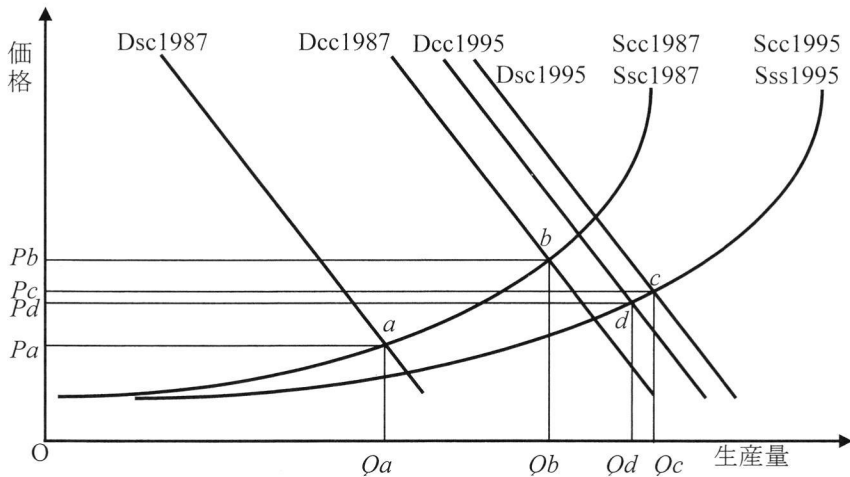


図4 原料炭と一般炭の市場

ここで、バブル期以前にける原料炭の供給曲線を $S_{cc} 1987$ 、一般炭のそれを $S_{sc} 1987$ とする。両者は類似の形状を持つため、同じ曲線で示している。一方、原料炭の需要曲線は $D_{cc} 1987$ 、一般炭のそれは $D_{sc} 1987$ である。需給均衡点は原料炭が b 、一般炭は a である。両者の価格差は明確で、原料炭価格は P_b 、一般炭価格は P_a となる。

一方、バブル期以降、両者の価格が逆転するのは、新たな均衡点が d と c に移動することで、実現する。時間経過とともに供給曲線、需要曲線ともに右側にシフトしている。ただし、需要曲線のシフトの大きさは、一般炭のそれが原料炭のそれよりも格段に大きい。この結果、原料炭価格は P_d 、一般炭価格は P_c となり、一般炭価格が割高になる。

このように考えてみると、供給構造が同じであるにもかかわらず、二つの石炭価格の動きが異なる理由が、より明確になる。いずれにしろ、両者の価格の違いは、供給構造の違いというよりは、需要側の要因によって生じていると考えられる。

2.2.3. 石炭価格変動の要因

定性的な分析であるものの、三室戸は次のような変数が石炭価格に影響を及ぼしていると論じている⁽¹¹⁾。それら変数は、①豪州ドルの為替レート、②輸出向け石炭在庫、③生産性、④米国炭輸出、⑤石油価格、⑥非常事態、⑦資源の枯渇である。また、それぞれの変数がもたらす価格変化との関係は、表1のようにまとめられている。

これによれば、石炭価格を上昇させる要因として、豪州ドルの為替高、在庫水準の減少、非常事態、資源枯渇（採掘条件の悪化によるコスト増）がある。また、逆に価格低下をもたらす要因としては、豪州ドルの為替安、在庫の増大、生産性（その上昇・下降ともに石炭価格の低下をもたらすとしている⁽¹²⁾）、米国石炭輸出の増大、石油価格の低下、などである。

この定性的な整理は幾つかの点でさらに議論を詰める必要があろう。例えば、生産性の上昇・下降ともに石炭価格を下げる要因であるという結論は、にわかに納得し難い。また、「非常事態」の説明に従えば、非常事態に石炭価格が上昇するのは「石炭需給の逼迫」が原因であるという

表 1 三室戸による石炭価格の変動要因とその関係

変動要因	要因の変化方向	石炭価格の動き
豪州為替レート	豪州ドルが安くなる 豪州ドルが高くなる	下がる 上がる
輸出向け石炭在庫	在庫が増加する 在庫が減少する	下がる 上がる
生産性	上昇する 低下する： 個別炭鉱の生産性の低下は市場からの撤退を意味し、それが全体の生産性の上昇につながる。すなわち価格の下げ要因になる可能性が高い。	下がる 下がる
米国炭輸出	増える	下がる 天井価格：40US\$/トン
石油価格	低下する	下がる 上限比率：75%
非常事態	中東情勢悪化、原子力事故などに起因する石炭受給の逼迫	上がる
資源の枯渇	長期的問題としての立地条件、採掘条件悪化によるコスト増加	上がる

(出所) 三室戸 (1999), p. 52

のだが、そうであれば、これは「需給逼迫」という市場環境そのものであり、それは非常事態に限らない。つまり、「非常事態」を背景とした仮需による市場の動きそのものである。

市場に供給があふれグラッドな状態であるために価格は低下し、逆に需要が旺盛でタイト化しているために価格が高騰する、といった動きは日常の動きである。こうした要素は、「市場環境」に与える供給サイドの要因、需要サイドの要因としてレベルを換えて整理する必要があるだろう。

2.2.4. 供給サイドの分析

さらに、石炭輸出国からは、1990年代の石炭価格の低下傾向を、規制緩和と競争原理の積極的な導入による影響の現れであると認識されている。

主要な石炭輸出国であるオーストラリアでの研究成果によれば、次のような解釈になる⁽¹³⁾。

オーストラリア国内および他の石炭輸出国との競争が、石炭価格の低下圧力として機能してきた。国内では、①「マイクロ・エコノミック・リフォーム：Micro Economic Reform」と称される様々な分野で競争政策が採用されると同時に、②生産性向上に支障をきたしてきた最大要因であった労働争議の早期解決策が導入されてきた。また、③鉄道を中心とした国内輸送の合理化、なども進められている。それらが、国内石炭ユーザーからの価格低下圧力として働き、石炭供給コストの低下を余儀なくさせた、というのだ。

また、国際石炭市場の成熟化に伴い、アジア市場においてはインドネシアや中国といった低

価格で石炭輸出を行う新興供給国が登場してきた。こうした新興国による石炭供給が、国際石炭市場を軟化させてきた原因としている。

一方、海外の石炭ユーザーの動向も石炭価格に大きな変化をもたらしている。それらは、①各国、とりわけ日本の電気事業の規制緩和、②石炭利用に関する技術革新、である。電気事業の規制緩和は、一般炭の代表的ユーザーである電気事業者にもコスト引き下げ圧力をもたらし、従来以上にタフな価格交渉を強いている。また、日本の石炭バイヤー達は、長期契約を捨てスポット市場での調達比率を上げる傾向を示すとともに、長期契約の値決め交渉においては、カルテルもどきの行為すらあると指摘される⁽¹⁴⁾。

さらに、石炭焚きボイラーの技術革新は、炭種を選ばぬ石炭燃焼を可能にした。それが、石炭の品質格差による価格ディファレンシャルを相対的に小さなものとし、全般的な価格低下の要因となっている。

3. 実証石炭価格モデルの検討

これまでの議論を踏まえて、ここでは、現実適用できそうな実証石炭価格モデルを検討してみたい。本モデルは、第1章で触れた実際のデータを用い、同時に第2章で紹介した幾つかの理論や議論のエッセンスを方程式体系として表現する。なお、推計に用いたデータの一覧は、本論末の Appendix に示した。

3.1. 生産関数の考え方

石炭の生産関数は、ホテリングに従って次のように捉えてみる⁽¹⁵⁾。

$$Y = Y(R, L) \quad (3.1)$$

石炭の生産量 (Y) は、埋蔵量 R と生産要素 L との関数である。 L は資本や労働などを総称

して示しているものとする。また、石炭の開発企業は、鉱区保有者に利権料 (ロイヤリティ) を支払わなくてはならないとしよう。そして、資源開発の純利益を H とし、単位当たり販売価格を P_Y 、生産要素の価格を P_L 、単位当たり利権量を P_R とすると、利潤は次式で示される。

$$H = P_Y Y(R, L) - P_L L - P_R Y(R, L) \quad (3.2)$$

つまり、利潤 (H) は、販売価格 (P_Y) に販売量 (Y : 生産量) を乗じた収入から、生産要素に関わる費用 ($P_L L$) と利権料費用 ($P_R Y$) を差し引いたものである。開発会社が利潤最大化を狙うとして、(3.2) 式を L で微分すると、(3.3) 式となる。

$$\frac{\partial H}{\partial L} = (P_Y - P_R) \frac{\partial Y}{\partial L} - P_L = 0 \quad (3.3)$$

これを整理すると、

$$P_Y = (P_R \frac{\partial Y}{\partial L} + P_L) / \frac{\partial Y}{\partial L} = P_R + P_L / \frac{\partial Y}{\partial L} \quad (3.4)$$

となる。

つまり、ホテリングが提示した短期的な価格決定と同じ式が (3.4) で得られる。ここでは、取り立てて、資源の枯渇制約を考慮しなくても、石炭価格は、①限界生産コストと②資源のレントという二つの要素で決定されるという式が求められることに注意したい。

3.2. 市場価格変動の要因

さらに、価格変動には、先に触れた議論にもあるように、様々な要素が影響を及ぼしている。とりわけ、短期的な市場環境を表現してであろう変数 (在庫や競合燃料である原油価格) の動きは、重要な要素になると考えられる。まずは、石炭価格とこれに影響を及ぼしそうな幾つかの要因について、実績データから両者の関

係を検証してみる。

具体的には、オーストラリアの石炭平均 FOB 価格と、①豪州 GDP デフレータ、②石炭可採年数、③炭鉱労働者の生産性、④原油価格、⑤在庫率、⑥為替レートといった要素について、1976 年～1998 年のデータを用いて、その相関係数をみた。①～③および⑥は、どちらかと言えば、供給条件を、④～⑤は需要サイドを含めた市場環境を示す変数である。その結果は次のように要約される（表 2 参照）。

①豪州 GDP デフレータ

石炭（平均）FOB 価格が GDP デフレータと高いプラスの相関（相関係数：+0.8）があることは、石炭価格にオーストラリア国内の供給コストが強く反映していることを意味している。オーストラリアのインフレは、1980 年代が年率 7.5%、90 年代のそれは同 1.5%である。

②可採年数（R/P 比）

石炭価格に対して、可採年数は負の相関を持つ（相関係数：-0.6）。これは、理論と整合的

表 2 価格変動要因の相関係数

	豪州石炭 FOB 価格 ^a	豪州 GDP デフレータ	石炭可採 年数 ^b	炭鉱労働者 の生産性 ^c	原油価格 ^d	在庫率 ^e	為替レート ^f
豪州石炭 FOB 価格	1.000	0.801	-0.620	0.559 (-0.907)	0.487	-0.495	0.848
豪州 GDP デフレータ	0.801	1.000	-0.654	0.915	0.271	-0.857	0.859
石炭可採年 数	-0.620	-0.654	1.000	-0.669	-0.175	0.572	-0.869
炭鉱労働者 の生産性	0.559 (-0.907)	0.915	-0.669	1.000	0.151	-0.908	0.791
原油価格	0.487	0.271	-0.175	0.151	1.000	0.145	0.326
在庫率	-0.495	-0.857	0.572	-0.908	0.145	1.000	-0.681
為替レート	0.848	0.859	-0.869	0.791	0.326	-0.681	1.000
豪州炭価格 に対する各 要因の読み 方	—	国内物価が 上昇すれば、 石炭価格は 上昇する。	可採年数が 拡大すれば、 石炭価格は 低下する。	生産性の上 昇は名目価 格と正の相 関だが、実 質価格とは 強い逆相関 を示す。	原油価格が 上昇すれば 石炭価格も 上昇する。	在庫が多け れば、石炭 価格は低下 に向かう。	豪州ドルが 安ければ、 豪州ドル表 示の石炭価 格は高くな る。

(注) a：原料炭・一般炭の加重平均 FOB 価格で、豪州ドル表示。

b：瀝青炭・亜瀝青炭の可採埋蔵量/生産量。褐炭を除く。

c：石炭（褐炭除き）生産量/炭鉱従業者数。（ ）内は、石炭 FOB 価格を実質化した値と相関をとった場合の係数。

d：豪州ドル表示の原油価格。

e：当期末在庫/生産量の割合。

f：豪州ドル/米国ドル（対米 1 ドルあたりの豪州ドルの価値）。

g：推計には 1976～1998 年データを用いた。

である。つまり、資源の希少性が認識されればされるほど、資源の持つ市場価値は高まることになるからだ。オーストラリアの瀝青炭（重瀝青炭を含む）の可採年数は、1999年で約250年である。この値のピークは1980年で400年を越えていた。埋蔵量はその後も拡大しているものの、生産量増大のスピードがそれを上回っている。

実際に石炭ビジネスに関わる人間達によって、可採年数の400年と250年の違いが厳密に評価されているかという点については、大いに疑問である。しかし、これは可採年数が小さくなるにつれて、採掘条件が悪く、コストが嵩む炭層からの石炭供給が拡大していることを示す代理変数であると考えれば、理に合う。

③炭鉱労働者の生産性

石炭産業の労働生産性と名目の石炭価格には、正の相関が得られた（相関係数：+0.56）。これを文字通り解釈すれば、労働生産性が上がれば石炭価格は上昇するということになり、理論や感覚、さらには三室戸の議論とも矛盾する。そこで、この名目価格をGDPデフレーターで除して実質価格表示の石炭価格との相関をとると強い逆相関（相関係数：-0.91）が確認された⁽¹⁶⁾。この結果は次のように解釈すべきであろう。

費用関数を念頭に置けば、財の価格は物理的な生産性だけに依存するのではなく、単位当たり生産コスト（賃金やインフレなど）にも依存する。また、生産要素は労働だけでもない。それゆえ、一人当たりの産出量は増加しても、要素価格が上昇していたり、労働以外の生産要素の投入が膨張していれば、供給コストは増大してしまう。つまり、価格変動と生産性を結びつけて議論するためには、単純な労働生産性だけでなく、単位あたり生産要素のコストや資本投

入も加味した上で指標を作る必要がある、ということであろう。

ちなみに、石炭従業者は1985年にピークの32,500人を数えたが、現在では22,000人程度である。

④原油価格

石炭価格と原油価格とは正の相関を示した（相関係数：+0.49）。オーストラリアの石炭輸出が原料炭に特化している状況下であれば、石炭価格が原油のそれとリンクする程度は小さいであろう。しかし、オーストラリアの石炭輸出において、一般炭と原料炭のそれはほぼ同量にまでなっている。そのため、石炭価格がその競合燃料である石油価格に影響を受けることは必至である。

⑤在庫率

市場に在庫が豊富であれば市況は軟化するし、逆はまた逆である。石炭価格と在庫率との関係においても、それを反映する相関が見られた。石炭価格と在庫率の相関係数は、マイナス0.5である。

⑥為替レート

豪州ドルと石炭価格とは、プラスの強い相関がある（相関係数：+0.85）。豪州ドルの評価が下がれば（豪州ドル安）、豪州ドルベースの石炭価格が上昇するということだ。これは、世界市場における石炭価格はUSドルベースで決まっているため、仮に米ドルベースで石炭価格が安くなっても、豪ドル安の状況下では、豪州石炭生産者の手取り収入は減少しないことを意味している。

3.3. 石炭価格モデルの構築

上で述べてきた生産関数（供給要因）および価格変動要因（市場環境）を組み合わせ、次のような石炭価格モデルを検討してみよう。

3.3.1. モデルの概念

①石炭平均 FOB 価格

$$P_{CL}=f(P_L/(Y/L), P_R, P_{OIL}, S) \quad (3.5)$$

上式は、石炭平均価格 (P_{CL}) が、供給コストである生産費 ($P_L/(Y/L)$) と資源レント (P_R)、および競合燃料である原油価格 (P_{OIL})、そして在庫率 (S) の関数としたものである。前項で議論したように、物理的な生産性 (Y/L) と価格 (P_{CL}) とには正の相関があり、論理矛盾を引き起こしていた。しかし、生産性に生産要素価格 (P_L) を乗じた変数と石炭価格との間に正の相関が保たれていれば、この矛盾は解消できる。また、為替レートと石炭価格との相関は大きかったものの、両者の因果関係を論理的に示すことは難しい。それゆえ、為替レートは説明変数から除外した。

②一般炭 FOB 価格

上の (3.5) 式で示した P_{CL} は、一般炭と原料炭を加重平均した石炭の FOB 価格である。一般炭の価格 (P_{SC}) は、この平均価格を指標としながら、かつ原料炭以上に石油価格の影響を受け易いと考えられるため、次のような関数型を用いる。

$$P_{SC}=f(P_{CL}, P_{OIL}) \quad (3.6)$$

③原料炭 FOB 価格

さらに、原料炭価格 (P_{CC}) は、石炭平均価格と一般炭との価格が決定すれば、自動的に求めることができる。生産者にとっては、総収入 (石炭平均価格×石炭販売量計) から一般炭価格による収入 (一般炭価格×一般炭販売量) を除いた収入が、原料炭販売による収入である。それゆえ、この原料炭販売による収入を、原料炭の販売量で除すことによって価格が決まる。

$$P_{CC}=f\left(\frac{P_{CL} \cdot Q_{CL}-P_{SC} \cdot Q_{SC}}{Q_{CC}}\right) \quad (3.7)$$

ここで、 Q_{CL} 、 Q_{SC} 、 Q_{CC} は、順に石炭販売量

(一般炭と原料炭の合計)、一般炭販売量、原料炭販売量である。

3.3.2. 推計された価格式

以上の3つの関数型を基礎として、実際のデータを用いて最小二乗法による推計を行うと、次のような式が得られた。データ制約から、幾つかの変数には代理的なデータを採用せざるを得なかったが、およそ当初の意図を反映したのものとなっている。

①石炭平均 FOB 価格

石炭平均 (一般炭と原料炭の加重平均価格) の FOB 価格については、次の式が得られた。

$$\begin{aligned} \text{豪州炭平均 FOB 価格 (A\$/トン)} \\ = + 42.7 + 1,969.9 \times \{ \text{GDP デフレーター} / \\ (5.99) \quad (4.36) \\ (\text{生産量/従業者数}) \} - 0.05 \times (\text{可採年数}) \\ (-3.53) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} + 0.29 \times \text{原油価格 (A\$/バレル)} \\ (2.91) \\ - 80.25 \times (\text{在庫率}) \quad (3.8) \\ (-5.75) \end{aligned}$$

推計期間：1976～1998 年 AR^2 ：0.8575

標準誤差：2.687 DW 比：1.713

注：() 内は t 値を示す。以下同じ。

上の (3.8) 式は線型で推計しているが、これを両辺とも対数で推計すると次の (3.9) 式が得られる。この式の説明変数に与えられた係数の大きさは、各変数が左辺の価格変化に及ぼす弾力性を示している。そのため、説明変数をもつ係数を比較することによって、石炭の価格変化に及ぼす各要因の影響度合いを知ることができる。

LOG (豪州炭平均 FOB 価格)

$$\begin{aligned}
 &= +8.60 + 0.77 \text{ LOG}\{\text{GDP デフレーター}/ \\
 &\quad (8.81) \quad (4.39) \\
 &\quad (\text{生産量/従業者数})\} \\
 &- 0.37 \text{ LOG}(\text{可採年数}) \\
 &\quad (-3.54) \\
 &+ 0.09 \text{ LOG}(\text{原油価格}) \\
 &\quad (1.80) \\
 &- 0.20 \text{ LOG}(\text{在庫率}) \quad (3.9) \\
 &\quad (-5.10)
 \end{aligned}$$

推計期間：1976～1998 年 $AR^2: 0.8512$
標準誤差：0.059 DW 比：1.561

説明変数に与えられた係数を読むと、次のようになる。生産コストの1%の上昇は、石炭価格を0.77%上昇させ、原油価格の1%の値上がりは石炭価格を0.09%高くする。逆に、可採年数の1%の拡大は石炭価格を0.37%低下させ、在庫率の1%上昇は0.2%の価格低下をもたらす。言うまでもなく、説明変数が変化する振幅の大きさは個々の変数によって異なるために、単純に同率変化（ここでは1%とした）による相対的比較は、現実的なものではない。そのため、実際の説明変数の変化が、どれほど石炭価格を変化させたかは、後述の要因分析の項で示している。

②一般炭 FOB 価格

推計された一般炭価格式は、次である。

$$\begin{aligned}
 &\text{豪州一般炭 FOB 価格 (A\$/トン)} \\
 &= -21.8 + 1.23 \times \text{豪州炭平均 FOB} \\
 &\quad (-3.96) \quad (9.66) \\
 &\quad \text{価格} + 0.19 \times \text{原油価格 (A\$/バレル)} \\
 &\quad (1.50) \\
 &\quad (3.10)
 \end{aligned}$$

推計期間：1976～1998 年 $AR^2: 0.8687$
標準誤差：3.662 DW 比：0.897

③原料炭 FOB 価格

そして、残る原料炭価格の推計式は、以下のようになった。

豪州原料炭 FOB 価格 (A\$/トン)

$$\begin{aligned}
 &= + 0.83 + 0.97 \times \{(\text{石炭輸出入} \\
 &\quad (1.06) \quad (61.52) \\
 &\quad \text{— 一般炭輸出入}) / \text{原料炭輸出量}\} \\
 &\quad (3.11)
 \end{aligned}$$

推計期間：1972～1999 年 $AR^2: 0.9929$
標準誤差：1.242 DW 比：0.640

3.3.3. 価格変化の要因分析

前述のように、右辺の各説明変数が1%変化したとき、左辺の石炭価格がどの程度変化するかは、(3.9) 式の係数を見ることによって知ることができた。それでは、過去の石炭価格の変化は、実際のところ、どの要因がどの程度影響を及ぼして形成されたものであろうか。これを計測するためには、前述の推計式を道具として用いればよい。豪州の石炭平均 FOB 価格に関して、それを行った結果を図5に示した。

1999 年の豪州石炭平均 FOB 価格は、A\$46.7/トンであり、これは1980年の価格A\$40.4/トンに比べてA\$6.3ほど高い。この価格変化をもたらした値上げ要因には「資源レント（可採年数）」+A\$8.4（133%）、「市場の需給環境（在庫率）」+A\$8.8（138%）の二つが大きく寄与しており、「原油価格」は、わずか+A\$0.3（4%）の寄与となっている。一方、値下げ要因には「生産コスト」の-A\$10.2（-161%）が最大の要因であり、「その他」が-A\$0.9（14%）寄与している。

また、1980年代以降の要因別の動きをみると、次のような特徴が確認できる。

第一に、1990年代以降、生産コストの低下が継続的に価格引下げの大きな要因になっていることである。これは、先に触れたオーストラリアの研究者達の分析結果と整合的である。

第二に、「資源レント」と「市場の需給環境」は、1985年以降、両者ともに価格上昇の要因で

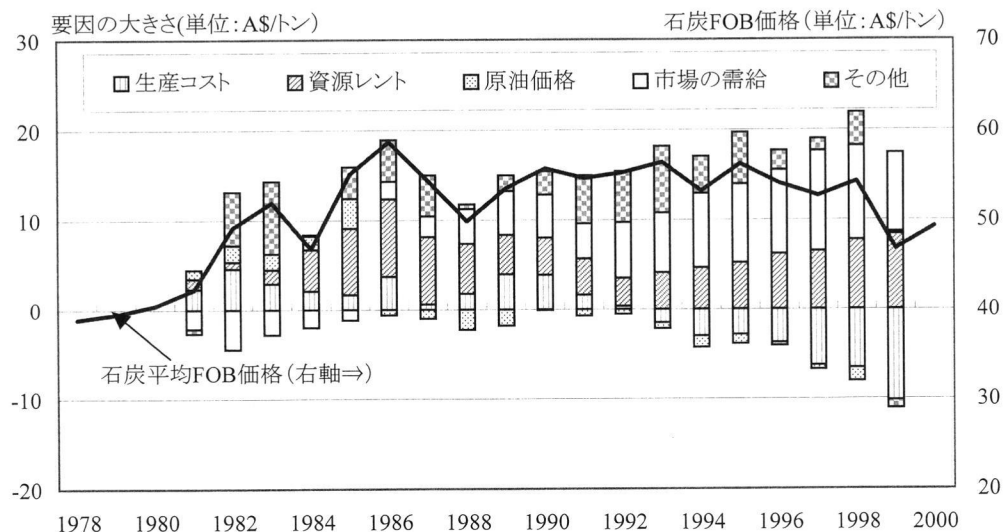


図5 石炭価格変化の要因分析

(注) 要因分析に用いた式は、前掲の (3.8) 式。

「市場の需給」は「在庫率」を示し、「その他」は、各要因で説明しきれない「残差」を計上した。

棒グラフは、1980 年の実績価格 (A\$40/トン) に対して、各年の実績価格との差を説明する要因の大きさ。

ある。「資源レント」の具体的なデータは可採年数であり、「市場の需給環境」のそれは在庫率である。両者の傾向を見る限り、将来に渡りこれら要素が価格の上昇圧力となるに違いない。

そして、第三には原油価格の影響が軽微なことである。確かに、原油価格と石炭価格の相関は確認された。また、過去 20 年間を振り返れば、原油価格は安値安定で推移してきている。さらに、この期間は、原油価格が米ドルベースで大幅に低下していたとしても、豪ドル価値が低下していた分だけ、豪ドルベースの原油価格の低下はマイルドなものになっていた。しかし、そうした事情を考慮したとしても、原油価格の影響は相関係数が示すほど大きなインパクトはなかったし、我々が感覚的に捕らえるイメージほど大きなものではなかった、ということである。

それゆえ、石炭価格の変化に及ぼす重要な要素は、①生産コスト、②資源レント、③市場の需給環境、といった 3 変数であると要約できる。

このメッセージは重要である。なぜなら、①と②は理論分析でも登場した供給関数の主変数であるし、③は需要と供給が会う市場環境を反映した変数である。そのため、供給コストがどうなっているか、短期的な需給バランスはどうか、といった側面を中心に捉えておけば、先々の価格を読み誤ることは少ない、ということを示しているからである。

おわりに

本稿は、これまでの石炭価格の動向を整理し、既存の価格形成に関する理論や見解を整理すると同時に、新たに実証的な石炭価格モデルを提示した。本論文を通じて、得られた主たる結論は以下である。

- ① 石炭価格は、世界的な規制緩和を背景とした一般炭貿易の拡大によって、徐々に一物一価に向かいつつある。

- ② 石炭価格の変動やその背景を見ると、石炭の価格形成には、明らかに石油のそれとは異なった需給構造が影響している。
- ③ 石炭価格の決定において、市場の需給環境を反映した変数を織り込めば、既存の資源価格決定の理論が、現実的にも適用可能である。
- ④ 石油価格の動向は石炭価格に影響を及ぼすものの、1980年代以降の実証分析では、その影響はそれほど大きくない。
- ⑤ 石炭の価格形成には、1) 生産コスト、2) 資源レント、3) 市場の需給環境、の3要素が重要な役割を果たしている。

また、重要な問題であると認識しながらも、本稿では扱うことができなかった分析項目に次のようなものがある。第一に、需要家サイドから見た石炭利用の経済性、第二に、世界を3極に分割した際の各市場における実際の石炭価格や経済性に関する分析、第三に、石炭の供給関数そのものの推計である。こうした問題は今後の課題としたい。

注

- (1) 原料炭に関しては、鉄鉱石と同様に日本の鉄鋼会社を中心としてオーストラリアで開発輸入—長期契約という形態で導入が進められた経緯がある。この形式が双方にメリットをもたらした、という見方もある。小島清 (1981)
- (2) 原料炭の熱量を 7,700 kcal/kg、一般炭のそれを 6,200 kcal/kg とすると、1 トンあたりの原料炭価格が一般炭価格に比べて約 25% 高くても熱量あたりの価格では両者はほぼ同じ価格となる。
- (3) 世界的な鉄鋼不況を背景に、日本を含め OECD ベースで設備廃棄を含めた各国の生産調整が検討されている (2001 年 12 月 19 日付け『日本経済新聞』夕刊)。これは、一方で多分野に渡り競争を促進させるための規制緩和策を進めながら、他方、鉄鋼業については先進国間の国際カルテルを公然と志向するという政策矛盾としか言いようのない行為である。
- (4) Hotelling (1931)
- (5) 長期的な価格趨勢の求め方は、室田(1984)、Griffin and Steel (1988) や Conrad (1999) など。それぞれ接近法は異なるが、ホテルリングと同じ結論を導いている。
- (6) 例えば、Adelman (1993) など。
- (7) Adelman (1993)。
- (8) Harris (1993), p. 1046
- (9) Zimmerman (1981) および Harris (1993)
- (10) 感覚論としてこうした議論は受け入れ易いものの、これが通説として流布されるのは一般炭が国際貿易上で広く流通されるようになった 1980 年代以降のことである。日本エネルギー経済研究所(1986)などを参照。
- (11) 三室戸 (1999)
- (12) 生産性の上昇・下降がともに石炭価格を低下させるというのは、論理矛盾であるが、ここでは原典のまま引用した。
- (13) Productivity Commission (1998)
- (14) 日本の石炭購入に関する多国籍企業(鉄鋼や商社)が、オーストラリア炭の過剰生産を促進させ、購入においてもカルテル行為があったのではないかと、という疑いがもたれている。建設・林業・鉱業・エネルギー組合(The Construction, Forestry, Mining and Energy Union (CFMEU)) は、それがオーストラリア炭の価格低下をもたらしたとして、連邦政府のオーストラリア競争・消費者委員会 (Australian Competition and Consumer Commission (ACCC)) に調査と法的措置を講ずるよう求めている。Murphy (2001)
- (15) 式の展開は、斎藤 (1979) に拠った。
- (16) ただし、実質価格で他の変数との相関をみると、生産性以外の変数に対する相関係数の符号がすべて正を示した。後述のモデル化との関係から、ここでは生産性の変数に工夫を加えることで処理し、理論と整合性を保つように心がけた。

参考文献

- ・ Adelman, M. A., (1993), 'Modeling of World Oil Supply,' *The Energy Journal*, IAEE, Vol. 14, No. 1, pp. 1-32
- ・ Conrad, Jon M. (1999), *Resource Economics*, Cambridge University Press
- ・ Griffin, J. M. and Steel, H. B. (1988), *Energy Economics and Policy*, Second Edition, Academic Press
- ・ Hotelling, Harold (1931), 'Economics of Exhaustible Resources,' *Journal of Political Economy*, Vol. 39, pp. 137-175
- ・ Murphy, K. (2001), 'ACCC Called on to Investigate Coal Pricing,' *The Financial Review*, 4 January
- ・ Productivity Commission (1998), *The Australian Black Coal Industry - Inquiry Report, Report No.1*, Volume 1 and Volume 2 (Appendices), Commonwealth of Australia
- ・ Harris, V. P. (1993), 'Mineral Resource Stocks and Information,' *Handbook of Natural Resource and Energy Economics*, Volume 3, Kneese, A. V. and Sweeney, J. L. edited, North Holland Press
- ・ Zinmarman, B. M. (1981), *The U. S. Coal Industry: The Economics of Policy Choice*, The MIT Press
- ・ 小島清 (1981), 「日豪資源貿易のあり方」, 『資源貿易の経済学』 山澤・池間編, 文真堂
- ・ 斉藤優 (1979), 「資源問題の理論分析」, 『セミナー 資源問題の常識』, 深海博明編, 日本評論社
- ・ 木船久雄(1986), 「産業用一般炭需要のゆくえ」, 『エネルギー経済』, 第 12 巻第 1 号
- ・ 日本エネルギー経済研究所 (1986), 『新燃料油研究 開発調査報告書 (新燃料油としての石炭の国際的需給, 価格展望に関する調査)』, 日本エネルギー経済研究所
- ・ 日本エネルギー経済研究所(1986), 『戦後エネルギー産業史』, 東洋経済新報社
- ・ 三室戸義光 (1999), 「一般炭価格動向分析——変動要因と今後の展望——」, 『エネルギー経済』, 第 25 巻第 12 号
- ・ 室田泰弘編著 (1984), 『実用経済学シリーズ③ エネルギー』, 教育社

Appendix 推計に用いたデータ一覧

記号	PCLFOBAD	PASCFOBAD	PACCFOBAD	POILUD	EXRAU	P	CLPRA	CCEXA	SCEXA	CLRES	CLINVA	LMNT
変数名	石炭平均価格	一般石炭価格	原料炭価格	原油価格	為替レート	GDPデフレーター	石炭生産量	原料炭輸出量	一般炭輸出量	石炭埋蔵量	石炭在庫	従業者数
単位	FOB, A\$/t	FOB, A\$/t	FOB, A\$/t	CIF, US\$/b	A\$/US\$	1995-100	千トン	千トン	千トン	百万トン	千トン	千人
1975	27.28	26.70	27.29	11.92	0.76	27.53	66,666	30,443	3,455	21,710	10,615	—
1976	34.49	23.90	34.59	12.53	0.82	31.10	66,670	30,533	3,636	23,804	12,112	26.3
1977	38.78	23.52	39.03	13.41	0.90	34.12	71,462	32,738	4,087	25,897	13,939	26.3
1978	38.87	22.76	39.32	13.81	0.87	36.41	72,304	34,889	5,647	28,454	11,617	26.9
1979	39.47	27.97	39.91	20.99	0.89	40.24	80,380	35,056	7,803	31,011	13,567	26.9
1980	40.42	36.11	41.01	31.81	0.88	44.52	82,336	36,767	8,390	33,568	14,540	27.6
1981	42.23	42.23	42.22	36.32	0.87	48.85	93,488	37,813	13,679	36,124	19,038	30.8
1982	49.14	46.61	49.77	34.79	0.99	54.17	98,315	40,736	16,102	38,681	22,802	31.3
1983	51.93	45.49	53.68	30.75	1.11	58.96	108,925	44,626	25,046	41,238	23,076	30.3
1984	46.78	40.17	49.19	29.28	1.14	62.65	119,929	46,445	31,759	38,620	24,203	30.6
1985	55.16	44.84	59.79	27.70	1.43	65.96	133,498	50,136	39,621	36,002	25,571	31.9
1986	58.69	49.84	62.54	17.16	1.50	69.93	135,327	52,301	43,742	33,384	20,573	32.5
1987	54.37	48.59	57.47	17.02	1.43	75.53	144,883	52,877	44,789	38,779	21,440	29.2
1988	49.86	45.95	52.23	15.61	1.28	82.15	145,450	55,690	44,745	44,174	18,654	28.0
1989	53.56	51.48	54.85	17.13	1.26	87.78	152,009	56,529	46,577	49,569	17,558	29.3
1990	55.73	53.16	57.38	21.55	1.28	91.94	161,205	60,647	48,780	53,281	18,857	29.6
1991	54.62	51.56	56.65	19.82	1.28	94.37	171,505	62,521	53,896	56,994	21,911	28.6
1992	55.27	51.91	57.59	19.17	1.36	95.86	173,969	69,911	56,057	60,707	17,282	27.4
1993	56.41	52.00	59.49	17.39	1.47	97.29	181,916	69,867	58,855	60,318	17,044	26.5
1994	53.20	50.90	54.98	17.14	1.37	98.04	186,437	74,367	59,861	59,928	13,709	25.5
1995	56.21	54.72	57.56	18.01	1.35	100.00	191,268	74,353	61,498	59,539	12,886	25.8
1996	54.03	51.42	56.50	20.85	1.28	101.94	204,838	79,172	67,847	60,009	12,287	26.2
1997	52.64	47.67	57.36	19.48	1.35	103.17	209,101	80,254	73,300	60,009	7,850	23.8
1998	54.26	47.48	61.29	14.30	1.59	103.25	227,558	88,083	76,400	60,009	10,544	25.6
1999	46.74	42.13	51.17	18.68	1.55	104.04	238,237	92,441	79,190	60,009	16,031	22.3
2000	49.26	—	—	26.44	1.72	107.12	—	—	—	60,009	—	—
備考	a	a	a	b	c	d	e	e	e	f	g	h

〈データ出所およびデータ加工に関する注〉

- 石炭平均 FOB 価格は、National Coal Association, *International Coal* を用いた。ただし、オリジナルは Short ton 表示であるため、Long ton 表示に加工した。原料炭と一般炭の FOB 価格は、石炭平均の FOB 価格と日本着 CIF 価格とを比較し、価格差を船賃＋保険料とした上で、炭種別の日本着 CIF 価格から逆算した。
- 原油価格は、財務省『貿易統計月表』による日本着の原油価格。
- 為替レートは、IMF, *IFS (International Financial Statistics)* による。
- GDP デフレーターは、IMF, *IFS* から推計。
- 石炭生産量、輸出量は Joint Coal Board, *Australia Black Coal Statistics* を優先したが、一部 ABARE データで補完した。ABARE, *Australian Energy-Market Developments and Projections to 2014-15*。
- 石炭埋蔵量は WEC が発表している資源調査報告を基礎とし、「歴青炭・亜歴青炭」を計上した。報告の無い年については等差補完し、また最新年については BP-Amoco 統計でつなげた。
- 石炭在庫は、1960年の在庫を年間生産量の 1 か月分と仮定し、後年は〔生産－(国内消費＋輸出)〕を在庫変動分として累積計算した。
- 従業者の数は、Joint Coal Board 資料をオリジナルとし、Productivity Commission, *The Australian Black Coal Industry Report* のデータを用いた。ただし、1980年以前と1998年以降は、OECD, *Labor Force Statistics* で補完した。